

## 探索一条鲜为人知的路径 室内空气中邻苯二甲酸酯的皮肤暴露

广泛用于塑料和其他消费产品中的某些邻苯二甲酸酯暴露与人类的神经发育受损、生殖器发育改变和呼吸道疾病有关。对邻苯二甲酸酯经皮肤吸收的研究主要集中在化学物与皮肤的直接接触。然而一些模型预测结果表明，直接经环境空气中透皮吸收可能是邻苯二甲酸酯接触的潜在重要途径。在《环境与健康展望》[EHP 123(10):928-934 (2015) Weschler et al.] 刊出的研究中，研究人员通过实验证实了从室内空气中经皮肤吸收可能是人体接触某些邻苯二甲酸酯的重要途径。

在一系列的实验中，6名受试者暴露于空气中浓缩的邻苯二甲酸二乙酯 (diethyl phthalate, DEP) 和邻苯二甲酸二正丁酯 [di(*n*-butyl) phthalate, DnBP]。DEP 是用作个人护理产品 (如化妆品、香水和洗发水) 的溶剂和载体。DnBP 作为增塑剂用于包括指甲油和黏合剂等产品。

罗格斯大学 (Rutgers University) 客座教授、也是本文的第一作者 Charles Weschler 说：“我们之所以选择这些特定的邻苯二甲酸酯，因为它们在内环境中无处不在，而且它们的代谢物通常在人尿中的浓度水平较高。”

所有受试者均为年龄在 27~66 岁之间的男性，每人在暴露舱中呆 2 天，每天 6 小时。通过铝板上喷涂邻苯二甲酸酯的方式将邻苯二甲酸酯释放入暴露舱内空气中。实验开始前 12 小时到暴露结束后 48 小时，每位受试者都严格限制饮食和避免使用个人护理产品，以减少邻苯二甲酸酯的其他暴露，预实验证明这种方法是有效的。

在暴露舱的 2 天里，有 1 天受试者们穿戴着兜帽，呼吸着过滤后的压缩空气，这意味着邻苯二甲酸酯仅通过皮肤接触；而另外 1 天，这些受试者呼吸着舱内的空气，也没有戴兜帽，经皮肤和吸入途径接触邻苯二甲酸酯。研究人员在每次暴露后 48 小时内收集受试者的尿液，并测量了尿液中的邻苯二甲酸酯代谢物。从未穿戴兜帽期间的总吸收量减去穿戴兜帽期间的经皮吸收量，研究人员就可以估算出单独的吸入途径的吸收量。

无论是经皮肤吸收还是吸入途径吸收，DEP 和 DnBP 的暴露量都差不多。虽然 Weschler 前期的皮肤暴露模型预测皮肤上的化学物质浓度将持续增加 36~48 小时，但受试者在暴露舱仅仅呆了短短 6 个小时。Weschler 预计，假如受试者在暴露舱呆的时间再长一些，皮肤接触量相较于吸入接触会更高。

直到最近，科学家才开始模拟室内空气污染物的皮肤吸收状况。辛辛那提大学的医药和化妆品科学教授 Gerald Kasting 说：“这项研究成功地证实了室内空气污染物皮肤接触途径的存在，而非象以前仅仅停留在概念的理解上。” Kasting 并没有参与这项研究工作。

通过皮肤直接从空气中吸收的室内有机污染物不仅限于 DEP 和 DnBP，有超过 30 种室内常见的半挥发性有机化合物被预测存在皮肤吸收途径，而且这些物质的经皮吸收量等同于甚至大于吸入途径的吸收量。

Weschler 说：“我们的研究表明，风险评估模型不

以前的研究已经观察到了邻苯二甲酸酯的接触途径包括饮食摄入、灰尘接触、吸入接触和与含有邻苯二甲酸酯成分的产品直接皮肤接触。一项新的研究表明，环境空气中的邻苯二甲酸酯也可以通过我们的皮肤进入机体。© Dragon Images/Shutterstock



应该忽视经皮吸收途径。室内空气中还有其他的化学物，其物理性质使得这些化学物易于从空气通过皮肤进入血液。”

在该实验研究中，受试者只穿了短裤使得其皮肤的其余部分直接暴露在暴露舱内空气中。Kasting 认为，该研究提出的一个问题是，如何着装可能会影响化学物的经皮吸收。Weschler 的团队最近的研究结果表明，在进入暴露舱前穿干净的棉质服装的受试者，其尿液中邻苯二甲酸酯的含量比皮肤裸露的受试者低。然而，当受试者穿上已经存放在暴露舱内好几天的衣服后，他的尿液中邻苯二甲酸酯含量水平就高于那些皮肤裸露的受试者。“服装似乎可以充当一个屏障或放大暴露的来源。” Weschler 说。

Lindsey Konkell, 来自新泽西的记者，专门报道科学、健康和环境相关内容。

译自 EHP 123(10):A267 (2015)

翻译: 张蕴晖

\* 本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.123-A267>